

Estimation des efforts sur un cylindre par assimilation de mesures PIV dans son sillage

A. Gronskis¹, Dominique Heitz^{2,3}, Etienne Mémin³

¹LFD, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina

²Irstea, UR OPAALE, F-35044 Rennes Cedex, France

³Inria, Fluminance group, Campus universitaire de Beaulieu, F-35042 Rennes Cedex, France

Email auteur correspondant : dominique.heitz@irstea.fr

1 Introduction

Au delà de la reconstruction du champ des vitesses, l'assimilation de donnée est une technique intéressante pour estimer les efforts sur un obstacle à partir d'observations bruitées de l'écoulement. Dans la présente étude nous cherchons à approcher simplement les efforts aérodynamiques sur un cylindre par assimilation de mesures PIV obtenues uniquement dans son sillage. La technique proposée consiste à utiliser les champs de vitesse et de pression issus de l'assimilation de données PIV dans le sillage de l'obstacle comme conditions de sortie du volume de contrôle Ω_{CV} englobant l'obstacle (cf. figure 1).

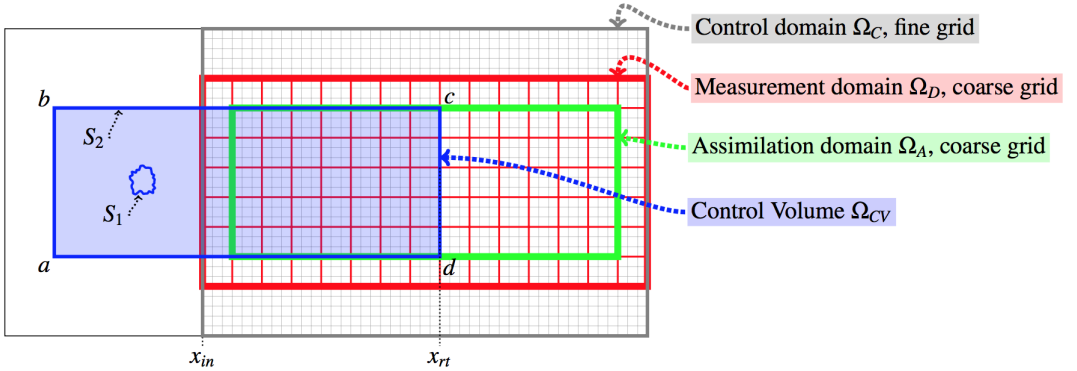


Figure 1: Schéma des différents domaines considérés pour le calcul des efforts sur l'obstacle : Ω_D , domaine de mesure PIV; Ω_C , domaine de simulation DNS; Ω_D domaine d'assimilation; Ω_{CV} , domaine du volume de contrôle.

Dans ce contexte et en négligeant la variation temporelle de l'intégrale volumique du champ de vitesse, les coefficients de traînée C_D et de portance C_L s'écrivent :

$$\begin{aligned}
 C_D &\simeq \underbrace{2 \left[\int_{cd} u_x^2 dy - u_x^2|_{ref} \int_{ab} dy \right]}_{C_{D_c}} + \underbrace{4\mu \int_{cd} \frac{\partial u_x}{\partial x} dy}_{C_{D_v}} + \underbrace{2 \left[p_{ref} \int_{ab} dy - \int_{cd} p dy \right]}_{C_{D_p}}, \\
 C_L &\simeq \underbrace{2 \left[\int_{cd} u_x u_y dy - u_x|_{ref} u_y|_{ref} \int_{ab} dy \right]}_{C_{L_c}} + \underbrace{2\mu \int_{cd} \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \right) dy}_{C_{l_v}}.
 \end{aligned} \tag{1}$$

La technique d'assimilation de données 4DVar mise en œuvre est celle proposée par Gronskis et al. [1] permettant de contrôler conjointement la condition d'entrée et la condition initiale du domaine Ω_C de simulation. Le modèle numérique de la dynamique des fluides utilisé est le code de simulation Incompact3d en version DNS [2]. Les mesures PIV 2D2C sont obtenues en soufflerie dans le sillage d'un cylindre à Reynolds égal à 170.

L'estimation des coefficients de traînée et de portance en fonction du temps est montrée sur la figure 2 pour le cas d'une simulation initialisée avec les champs PIV et quand les conditions d'entrée et initiale

optimales sont déterminées à partir des mesures PIV assimilées. Les résultats démontrent la capacité de la méthode proposée pour approcher simplement les valeurs des efforts aérodynamiques sur un obstacle de géométrie inconnue et/ou complexe. Comparé à une trajectoire libre du modèle dynamique à partir des mesures PIV, l'assimilation de données permet de corriger la phase des efforts aérodynamiques pour ce cas à faible nombre de Reynolds. Dans la suite la contribution du terme instationnaire négligée sera discutée. Les perspectives à cette étude consisteront à monter en Reynolds en considérant un modèle de la dynamique grande échelle consistant avec les mesures PIV.

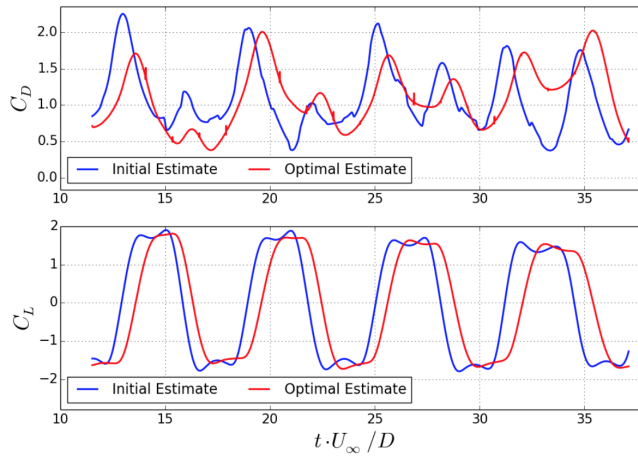


Figure 2: Estimation des évolutions temporelles des coefficients de traînée et de portance sur un sillage de cylindre à Reynolds 170.

References

- [1] A. Gronskis, D. Heitz, E. Mémin, E. (2013) Inflow and initial conditions for direct numerical simulation based on adjoint data assimilation. *J. Comp. Phys.*, 242, 480–497.
- [2] S. Laizet, E. Lamballais (2009) High-order compact schemes for incompressible flows : A simple and efficient method with quasi-spectral accuracy. *J. Comp. Phys.*, 228(16), 5989–6015.